

PAT-NO: JP409327860A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09327860 A

TITLE: MANUFACTURE OF MICRO LENS ARRAY AND INDENTER PUSHING  
DEVICE

PUBN-DATE: December 22, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

TOMITA, YASUHISA

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

NIKON CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP08146282

APPL-DATE: June 7, 1996

INT-CL (IPC): B29C059/02, B29D011/00 , G03B013/24

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve a diffusing property of a prepared micro lens array while its directional property is lessened by a method wherein in forming an indentation, an indentation depth of an indenter is irregularly varied.

SOLUTION: Lower and upper parts of a permanent magnet 15 are magnetized to S and N poles, and lower and upper parts of a permanent magnet 12 are magnetized to N and S poles. A direction of a magnetic force line is vertically downward at a central axis of shaft 11. When a current wherein the magnetic force line to be generated with a coil becomes vertically downward or vertically upward at the central axis of the shaft 11 is added, vertically downward or vertically upward force acts on the coil 14, and the shaft 11 is moved vertically downward or vertically upward. A moving coil driving circuit has a variable pulse current generator, outputs a cyclically varying pulse waved current to the coil 14, moves vertically an indenter at a high speed, and varies an intensity of the current to be supplied to the coil 14. Thereby, indentation force of the indenter can be varied, and an irregular indentation can be formed on a mold base material.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

DERWENT-ACC-NO: 1998-104604

DERWENT-WEEK: 199810

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Manufacture of micro lens and pressing device - whereby  
an indenter is pressed on surface of mould base material  
to form impressions and shape of impressions is  
transferred on to optical member

PATENT-ASSIGNEE: NIKON CORP[NIKR]

PRIORITY-DATA: 1996JP-0146282 (June 7, 1996)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
<u>JP 09327860 A</u>	December 22, 1997	N/A	009	B29C 059/02

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 09327860A	N/A	1996JP-0146282	June 7, 1996

INT-CL (IPC): B29C059/02, B29D011/00 , B29L011:00 , G03B013/24

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 09327860A

BASIC-ABSTRACT:

In the manufacture of a micro lens array, where an indenter (1) is pressed on the surface of a mould base material (5) to form impressions (5a) and the shape of the impressions is transferred on an optical member to form minute curved surfaces: when the impressions (5a) are formed, the pressing depth of the indenter (1) is changed irregularly.

USE - Used to manufacture micro lens arrays to be formed in the reticle of a single-lens reflex camera, etc.

ADVANTAGE - Micro lens arrays which will not generate Moire fringes on reticle can be manufactured. Thus, cameras which can be easily focussed can be obtained.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/14

TITLE-TERMS: MANUFACTURE MICRO LENS PRESS DEVICE INDENT PRESS  
SURFACE MOULD

BASE MATERIAL FORM IMPRESS SHAPE IMPRESS TRANSFER OPTICAL

MEMBER

DERWENT-CLASS: A32 A89 P82

CPI-CODES: A11-B08; A11-B13; A11-C04; A12-L02A;

ENHANCED-POLYMER-INDEXING:

Polymer Index [1.1]

018 ; P0000

Polymer Index [1.2]

018 ; ND01 ; ND07 ; ND05 ; J9999 J2915\*R ; N9999 N6600 ; N9999 N6611\*R  
; N9999 N5856 ; K9416 ; Q9999 Q8651 Q8606

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1998-034650

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1998-083801

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-327860

(43)公開日 平成9年(1997)12月22日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 9 C 59/02			B 2 9 C 59/02	B
B 2 9 D 11/00			B 2 9 D 11/00	
G 0 3 B 13/24			G 0 3 B 13/24	
// B 2 9 L 11:00				

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 9 頁)

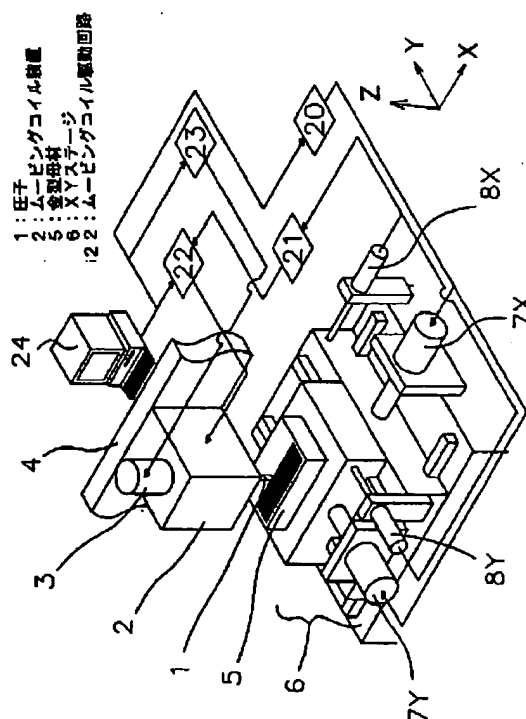
(21)出願番号	特願平8-146282	(71)出願人	000004112 株式会社ニコン
(22)出願日	平成8年(1996)6月7日	(72)発明者	富田 泰央 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株 式会社ニコン内
		(74)代理人	弁理士 永井 冬紀

(54)【発明の名称】 マイクロレンズアレイの製造方法および圧子押圧装置

(57)【要約】

【課題】焦点板において、モアレ縞の生じにくいマイクロレンズアレイの製造方法および圧子押圧装置の提供。

【解決手段】 圧子1を金型母材5の表面に押圧して複数の圧痕を形成し、圧痕の形状を光学部材に転写して複数の微小凸曲面を形成するマイクロレンズアレイの製造方法において、圧痕を形成する際に、圧子1の押し込み深さを不規則に変える。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧子を型母材の表面に押圧して複数の圧痕を形成し、前記圧痕の形状を光学部材に転写して複数の微小凸曲面を形成するマイクロレンズアレイの製造方法において、

前記圧痕を形成する際に、前記圧子の押し込み深さを不規則に変えることを特徴とするマイクロレンズアレイの製造方法。

【請求項2】 圧子を光学材料からなる被加工部材の表面に押圧し、複数の微小凹曲面を形成するマイクロレンズアレイの製造方法において、

前記微小凹曲面を形成する際に、前記圧子の押し込み深さを不規則に変えることを特徴とするマイクロレンズアレイの製造方法。

【請求項3】 請求項1または2に記載の製造方法において、

1回の圧子押圧操作毎に前記押し込み深さを変えることを特徴とするマイクロレンズアレイの製造方法。

【請求項4】 請求項1～3のいずれかに記載の製造方法において、

前記型母材または被加工部材を前記圧子の押し込み方向と直交する面内で駆動しつつ、前記押し込み深さを時間的に一定の周期で変えることを特徴とするマイクロレンズアレイの製造方法。

【請求項5】 請求項1～4のいずれかに記載の製造方法において、

前記圧子に与える押し込み力を制御することにより前記押し込み深さを変えることを特徴とするマイクロレンズアレイの製造方法。

【請求項6】 請求項1～5のいずれかに記載の製造方法に用いられる圧子押圧装置であって、

前記圧子を前記型母材または被加工部材に押圧する圧子駆動装置と、

前記各圧痕または各微小凹曲面を形成する際、前記圧子の押し込み深さが不規則にまたは一定の周期で変化するように圧子駆動装置を制御する制御手段とを備えることを特徴とする圧子押圧装置。

【請求項7】 請求項1～5のいずれかに記載の製造方法により作製されるマイクロレンズアレイにおいて、

前記マイクロレンズアレイに形成される複数の微小凸曲面の曲率半径が、前記押し込み深さに応じてそれぞれ異なることを特徴とするマイクロレンズアレイ。

【請求項8】 請求項1～5のいずれかに記載の製造方法において、

前記圧痕または微小凹曲面を形成する際に、前記圧子の押圧方向の軸に関して前記圧子を所定角度回転させてから前記型母材または被加工部材の表面に押圧する工程を含むことを特徴とするマイクロレンズアレイの製造方法。

【請求項9】 請求項1～6のいずれかに記載の製造方

2

法により作製されるマイクロレンズアレイが形成された焦点板を備えることを特徴とする一眼レフカメラ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一眼レフカメラの焦点板等に形成されるマイクロレンズアレイの製造方法および圧子押圧装置に関する。

【0002】

【従来の技術】マイクロレンズアレイを用いた一般的な例として、一眼レフカメラの焦点板があげられる。図13は一眼レフカメラの基本的な構成を示す断面図であり、焦点板30はマイクロレンズアレイからなるマット面30aと、輪帯構造をしたフレネルレンズ面30bとで構成されている。マイクロレンズアレイは多数のマイクロレンズから成り、撮影レンズ31を通過した後に主ミラー32で反射された光束はマット面30aにより拡散された後、フレネルレンズ面30bにより撮影レンズ31の光軸外の結像光束が光軸方向へ偏向される。焦点板30で拡散された光束はコンデンサレンズ33、ペンタプリズム34を通過してファインダ光学系35に達し、ファインダを覗いている撮影者によって観察される。

【0003】焦点板30はカメラのピント合わせに用いられ、撮影者がファインダから覗いた時にザラツキ感のない適度なボケ味を有することが要求される。この適度なボケ味を出すためには、焦点板30の各マイクロレンズが同一形状を有して規則正しく整列していることが重要となる。ただし、規則性が非常に良く、かつムラが全くない状況だと、この規則性がフレネルレンズの輪帯構造との干渉を引き起こしモアレ縞が発生する。逆に、規則性が全くなくムラが強い場合には、にじみや部分的に暗く見えるという問題が生じる。

【0004】ところで、マイクロレンズアレイの製造方法としては、圧痕法を利用したものが知られている。圧痕法では、図14に示すように金型母材5の表面に圧子1を所定の荷重で繰り返し押圧して圧痕5aを所定の間隔で多数形成し、それを金型としてアクリル等の光学用樹脂を用いた射出成形、圧縮成形、注型成形等によりマイクロレンズアレイ40が作製される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した方法で多数の圧痕を形成した場合には圧痕深さが同一となるため、このようにして形成されたマイクロレンズアレイを具備する焦点板を用いた場合には、モアレ縞が発生し易いという欠点があった。

【0006】本発明の目的は、焦点板において、モアレ縞の生じにくいマイクロレンズアレイの製造方法および圧子押圧装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】発明の実施の形態を示す図1に対応付けて説明する。

(1) 請求項1の発明は、圧子1を型母材5の表面に押圧して複数の圧痕を形成し、圧痕の形状を光学部材に転写して複数の微小凸曲面を形成するマイクロレンズアレイの製造方法に適用され、圧痕を形成する際に、圧子1の押し込み深さを不規則に変えることによって上述の目的を達成する。

(2) 請求項2の発明は、圧子1を光学材料からなる被加工部材の表面に押圧し、複数の微小凹曲面を形成するマイクロレンズアレイの製造方法に適用され、微小凹曲面を形成する際に、圧子1の押し込み深さを不規則に変えることによって上述の目的を達成する。

(3) 請求項3の発明は、請求項1または2に記載の製造方法において、1回の圧子押圧操作毎に押し込み深さを変える。

(4) 請求項4の発明は、請求項1～3のいずれかに記載の製造方法において、型母材5または被加工部材を圧子1の押し込み方向(z方向)と直交する面(xy面)内で駆動しつつ、押し込み深さを時間的に一定の周期で変える。

(5) 請求項5の発明は、請求項1～4のいずれかに記載の製造方法において、圧子1に与える押し込み力を制御することにより押し込み深さを変える。

(6) 請求項6の発明は、請求項1～5のいずれかに記載の製造方法に用いられる圧子押圧装置であって、圧子1を型母材5または被加工部材に押圧する圧子駆動装置2と、各圧痕または各微小凹曲面を形成する際、圧子1の押し込み深さが不規則にまたは一定の周期で変化するように圧子駆動装置2を制御する制御手段22とを備えて上述の目的を達成する。

(7) 請求項7の発明は、請求項1～5のいずれかに記載の製造方法により作製されるマイクロレンズアレイに適用され、マイクロレンズアレイに形成される複数の微小凸曲面の曲率半径が、押し込み深さに応じてそれぞれ異なる。

(8) 請求項8の発明は、請求項1～5のいずれかに記載の製造方法において、圧痕または微小凹曲面を形成する際に、圧子1の押圧方向の軸に関して圧子1を所定角度回転させてから型母材5または被加工部材の表面に押圧する工程を含む。

(9) 請求項9の発明による一眼レフカメラは、請求項1～6のいずれかに記載の製造方法により作製されるマイクロレンズアレイが形成された焦点板を備える。

【0008】(1) 請求項1～3の発明では、圧子1の押し込み深さを不規則に変えて圧痕の深さの規則性を生じさせない。

(2) 請求項7の発明では、微小凸曲面の曲率半径の大きさが、マイクロレンズアレイ全体においてばらつく。

(3) 請求項8の発明では、圧痕の深さが不規則になる

とともに、圧子1を回転することにより圧痕の歪みの方向がばらつく。

【0009】なお、本発明の構成を説明する上記課題を解決するための手段の項では、本発明を分かり易くするために発明の実施の形態の図を用いたが、これにより本発明が発明の実施の形態に限定されるものではない。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、図1～図12を参照して本発明の実施の形態を説明する。

－第1の実施の形態－

図1は本発明によるマイクロレンズアレイの製造方法の一実施の形態を説明するための図であって、その製造方法に用いられる圧子押圧装置の概略図である。金型母材5は機械式あるいは接着等の固定方法によりXYステージ6上に載置される。7X、7YはXYステージ6を駆動するステージ移動用モータであり、ステージ駆動回路20により制御される。8X、8YはXYステージ6の位置を検出するデジタルマイクロメータであり、デジタルマイクロメータ8X、8Yの出力に基づいてXYステージ6の移動量がステージ移動量検知回路21により検出される。

【0011】2は圧子押圧装置の臥体4に固定されたムービングコイル装置であり、図2にその詳細な断面を示す。ムービングコイル装置2のシャフト11には、先端部分が円錐形をした圧子1が取り付けられている。ムービングコイル装置2は、圧子1が取り付けられたシャフト11を回転するためのモータ3を備えている。図1に示すように、モータ3はステッピングモータであり、回転角割り出し回路23からのパルス数により回転角が制御される。22はムービングコイル装置2のシャフトを上下方向に駆動するためのムービングコイル駆動回路、24は各回路20、21、22、23に対して所定の指示を与えるコンピュータである。コンピュータ24には入力装置により、作業条件(回転角度や圧痕ピッチ等)を入力することができる。

【0012】図2において、12はシャフト11に外挿するように設けられた円筒状の永久磁石であり、ベース板10cに固定されている。13はシャフト11に取り付けられ、永久磁石12に外挿するように設けられたコイル支持棒であり、コイル14が環状に巻き付けられている。15はコイル14に外挿するように設けられた環状の永久磁石であり、ベース板10aに固定されている。

【0013】9a、9bは板バネであり、板バネ9aの基端は、ベース板10cに固定されたブロック17に押さえ板17aとボルトにより固定されている。板バネ9aの先端は、ピン18aによりシャフト11と一体となっている連結リング18とともに押さえ板16aとブロック16とで挟み込むことによりシャフト11と連結されている。一方、板バネ9bの基端は、ベース板10aに

固定されたブロック17に押え板17aとボルトにより固定されている。板バネ9bの先端は、連結リング18とともに押さえ板13aと支持棒13とで挟み込むことにより、シャフト11と連結されている。したがって、シャフト11は板バネ9a、9bによって鉛直線上を往復移動可能に弾性支持されているが、シャフト11自体は回転できるようにになっている。シャフト11の上端はジョイント19を介して圧子回転用モータ3に接続されている。ジョイント19は回転(ラジアル)方向に対して剛性をもち、上下(スラスト)方向に関してはフレキシブルな構造になっているため、モータ3の回転はシャフト11に伝わるが、シャフト11の上下方向の動きはモータ3に伝わることはない。

【0014】次に、図3を用いてムービングコイル装置2のシャフト駆動部の詳細を説明する。図3に示すように、永久磁石15は下部がS極、上部がN極に、一方、永久磁石12は下部がN極、上部がS極に着磁されており、シャフト11の中心軸では矢印Bで示すように磁力線の向きは鉛直下方である。ここで、コイル14で発生する磁力線がシャフト11の中心軸で矢印Bのように鉛直下向きとなるように電流を与えると、コイル14に対して鉛直下向きの力が働いてシャフト11が鉛直下方へ移動する。一方、逆向きの電流をコイル14に与えると、鉛直上方の力が働いてシャフト11が鉛直上方へ移動する。ムービングコイル駆動回路22は可変パルス電流発生器を有しており、周期的に極性が変化するパルス波形状の電流をコイル14へ出力することにより圧子1を高速で上下動させることができる。この上下動の周期は0.1〜50Hzにすることができる。なお、上下のストロークは50μm程度である。また、コイル14に供給する電流の大きさ変えることにより、圧子1の押し付け力を変えることができる。なお、XYステージ6、ムービングコイル装置2およびモータ3は、コンピュータ24の指令に基づいて、回路20〜23により制御される。図1の圧子押圧装置を使用して、金型母材5に連続的に圧痕を形成することにより、図4、5に示すような金型母材5が作製される。

【0015】従来のマイクロレンズアレイ製造方法では、ムービングコイル装置2に付与する印加電圧(V)を一定としマイクロレンズアレイを形成するため、圧子の押圧力が一定となり圧痕の深さが同一となる。ところが、金型母材5として良く用いられるマルテンサイト系ステンレス鋼は他の金型材料に比べ緻密かつ均質であるが結晶質であるため、圧子1で圧痕を形成した場合、圧子1の形状がそのまま金型母材5に転写されずに、結晶粒界により硬度が変化する部分で圧痕の曲率半径が不規則に変化する。その結果、マイクロレンズアレイの形状がランダム性を有することとなり、マイクロレンズの規則性に起因する欠点(例えば、ボケ味が不適切であったり、焦点板に形成されたフレネルレンズとの干渉)が軽

減されることがわかった。

【0016】しかしながら、結晶質の材料を用いても全て上述したような不規則性が得られるわけではない。特に、非晶質な材料を金型母材5として使用した場合、ほぼ均一に圧子1の形状が転写されるため、その金型母材5を金型として焦点板を作製した場合、規則性を原因とするフレネルレンズとの干渉によりモアレ縞が発生したり、色ムラが生じたりすることが判明した。

【0017】本実施の形態では、圧子1の押し込みを制御して圧痕の曲率半径に不規則性を与えるにより、上述したような欠点を解消する。以下、その詳細を説明する。図6は、圧子1の押し込み力と金型母材5に形成された圧痕の曲率半径との関係を説明する図である。押し込み力はムービングコイル装置2のコイル14に与える電圧に依存しており、 $V_1 < V_2 < V_3$ なる電圧 $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$ を与えたときの押し込み力 $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ は、 $F_1 < F_2 < F_3$ となる。このとき、圧痕の深さ $H_1$ 、 $H_2$ 、 $H_3$ は押し込み力に比例して深くなり、 $H_1 < H_2 < H_3$ となる。

【0018】金型母材5に形成された圧痕形状の全てがマイクロレンズの光学的性能を支配するわけではなく、図6の領域φがその性能を左右する。この領域φの曲率半径 $r$ は、圧子1の曲率半径 $R$ との間に次式(1)の関係が成り立つ。

$$\text{【数1】 } r = k \times R \quad \dots (1)$$

ここで、 $k$ は転写係数であり実験により求められる。押し込み力 $F$ と転写係数 $k$ は反比例の関係にあり、押し込み力 $F$ を増加させると転写係数 $k$ は減少する。なお、押し込み力 $F$ は転写係数 $k$ が0.9〜0.5程度となるように設定するのが良い。圧子を製作する際には、式(1)の $r$ に光学設計上必要とされるマイクロレンズの曲率半径を代入して得られる $R$ を設計値として用いる。

【0019】本実施の形態では、ムービングコイル装置2のコイル14に一定の周期(例えば正弦波形的な周期)で変化する電圧を与え、所定の時間間隔 $\Delta t$ で圧子1を金型母材5に押圧する。このとき、XYステージ6は圧子1による押圧に連動してステップ移動する。電圧の周期 $\tau$ に対して、時間間隔 $\Delta t$ を

$$\text{【数2】 } \Delta t = \alpha \times \tau \quad \dots (2)$$

としたとき(ただし、 $\alpha$ は任意の定数)、例えば、電圧 $V$ が図7に示すように正弦的に変化し、 $\alpha = 2/5$ とした場合について説明する。時刻 $t = 0$ において最初に押圧した後、時刻 $t = 2\tau/5$ 、 $4\tau/5$ 、 $6\tau/5$ 、…において2番目、3番目、4番目、…の押圧を行う。この場合、図7からも分かるように、押圧時の電圧値は押圧を5回行う毎に同一のパターンとなり、すなわち、押し込み力 $F$ は5回周期で変化することになる。また、上述したように $\alpha$ を $M/N$ なる有理数とすれば、押圧時の電圧値が $N$ 個周期で同一となり、 $N$ を小さくするか大きくするかによってこの周期を変えることができる。



【0020】図8は作製された金型母材5の一例を示す図であり、ここでは5種類の深さの圧痕5aについて図示しており、同一マークの圧痕5aの深さは同一である。この図からもわかるように、本実施の形態の製造方法によれば、金型母材5に形成される圧痕の曲率半径および深さのばらつきの程度（不規則性）を変えることができ、これを型として作製した焦点板のマイクロレンズアレイに適度な不規則性を与えることができる。その結果、焦点板に形成したフレネルレンズ面との干渉によるモアレ縞の発生を抑制することができる。また、従来の

圧子押圧装置では、圧子1の押し込み深さを変える場合、その都度ムービングコイル駆動回路22に与える押し込み深さに関する指示値（例えば、コイル14に付与する電圧値）を設定する必要があり、煩雑であるとともに、金型作製に時間がかかるという問題点があった。しかし、発明の実施の形態によれば、コイル14に一定の周期を有する電圧を与えて圧子1を上下動させながら、連続的に圧痕を形成するため、金型製作時間を短縮することができる。

【0021】なお、コイル14に与える電圧は、光学的に必要とされる領域の曲率半径と深さが光学設計上許容値内で変化するように設定される。また、例えば、1行当たり100個ずつ格子状に並んだ圧痕を形成するような場合、上述したように

$$\text{【数3】 } \Delta t = 2\pi / 5 \quad \dots (3) \quad (\alpha = 2/5 \text{ の場合})$$

とした場合、押圧時の電圧値は5個周期で変化するため、1行目ごとの深さのパターンが同一になってしまう。そこで、深さパターンが同一とならないように、押圧時の時間間隔 $\Delta t$ はマイクロレンズの縦横の数に応じて決定される。

【0022】図9は、マイクロレンズを透過する光とマイクロレンズの曲率半径との関係を示す図である。マイクロレンズの曲率半径が比較的大きいものは屈折の影響が少ないため直進する光の量が多く明るい光学系となり、曲率半径が小さいものはレンズ表面を透過する際の屈折の影響が高いため、周辺部に向かう拡散光が多く中心部透過光量が少ない暗い光学系となる。ところで、図4に示した5bは圧痕5aの内接円の内径最大径のものを示しており、その直径を $\lambda$ 、圧痕係数を $e$ とすると圧痕の曲率半径 $r$ との間に次式(4)が成り立つ。

$$\text{【数4】 } r = \lambda \times e \quad \dots (4)$$

圧痕係数 $e$ が0.7以下であれば、さほど問題なく圧子1の形状を金型母材5に転写することが確認されているが、圧痕係数 $e$ が1に近い値のマイクロレンズになると、設計値通りの曲率半径 $r$ を得るためには押し込み力 $F$ を強くする必要がある。特に、1眼レフカメラに搭載される焦点板などでは、光学設計上マイクロレンズアレイに必要な性能として、圧痕係数 $e$ が1に近いものを重視する場合がある。このような場合、上述したように

押し込み力 $F$ が強くなるため転写係数 $k$ が小さくなり、それに伴って曲率半径が小さくなる。そのため、マイクロレンズの中心部透過光量が少なくなり、暗い焦点板となる。

【0023】そこで、図4に示すように、圧痕5a間に隙間5cを設けることにより、焦点板が暗くなるのを防止することができる。それは、この隙間5cは平面で構成されるので、その部分を透過した光は直進光となり、焦点板の明るさが増大するからである。

【0024】-第2の実施の形態-

第1の実施の形態で説明した圧子1の先端部分の最終的な形状創成は全て研磨にて行なわれるが、結晶方位の影響で部分的な硬度差により完全な球面とならず、歪んだ形状を示す場合が多い。図10は圧子1の先端部分を示す図であり、光干渉を用いた非接触形状測定装置により測定したものである。図10では、圧子1の軸方向（すなわち圧子の押圧方向）を $z$ 軸とし、曲線101は圧子先端部分の等高線を表している。なお、等高線の間隔は $\lambda/2$ （ $\lambda$ は光源光の波長）である。圧子先端形状が完全な球面であれば、 $z$ 軸を含む面（紙面に垂直な面）で断面したときの曲率半径は断面の方向によらず同一となる。しかし、圧子先端形状が歪んでいる場合には、図10の $X-X'$ 断面および $Y-Y'$ 断面の図からもわかるように、断面の方向によって曲率半径が異なる。

【0025】図11(a)は、このように先端形状が歪んだ圧子1を用いて、第1の実施の形態に示す方法で複数の圧痕を形成したときの金型母材5の平面図である。51は圧痕5aの等高線を示している。等高線51の様子からも分かるように、圧痕5aの中心より図示左側は曲率半径が大きく右側は小さい。さらに、各圧痕5aは歪みの方向が同一方向に揃っている。図11(b)は、図11(a)に示す金型母材5を型として形成された焦点板を使用し、点光源を撮影した場合にファインダ光学系から観察される明暗を模式的に示した図である。焦点板に形成されたマイクロレンズの曲率半径の大きい部分（圧痕5aの曲率半径の大きい部分）では光の屈折が抑えられ、逆に曲率半径の小さい部分ではより強く屈折を生じさせる。そのため、図11(b)に示すように、ファインダの中心より左側に一番明るい部分があり、そこから遠ざかるにつれて徐々に暗くなり、右上隅および右下隅に極端に暗い部分が生じる。その結果、一般的な被写体の場合には、明るさのむら（不均一性）が生じる。

【0026】そこで、第2の実施の形態では、各圧痕を形成する際に、圧子1を所定角度回転させてから金型母材5に押圧する。例えば、1番目の圧痕を形成したら圧子1を30度回転して2番目の圧痕を形成し、さらに30度回転して3番目の圧痕を形成し、同様に4番目以降の圧痕を形成する。なお、圧子1の押し込み力 $F$ については、第1の実施の形態と同様に変化させる。図12(a)はこのように圧子1を所定角度回転させながら

圧痕5aを形成した金型母材5の平面図であり、図12(b)は図11(b)と同様の図である。図12(a)の場合には、圧痕5aの歪みの方向はばらついており、図12(b)に示すようにファインダの中心部に明部が位置し、中心から遠ざかるにつれて暗くなるという対称性が得られる。すなわち、本実施の形態によるマイクロレンズアレイの製造方法によれば、第1の実施の形態と同様の効果を得ることができるとともに、明るさが均一な焦点板を得ることができる。

【0027】ここで、図12(a)に示す各行の圧痕5aの歪み方向の変化のパターンが同一となると、歪み方向に関する方向性が生じるようになるので、各行の歪み方向の変化のパターンが同一とならないように圧子1を回転させる。このような圧子の回転は、図2に示すモータ3により圧子1が取り付けられたシャフト11を回転することにより行われる。その際、モータ3による回転は回転角割出し回路23によって制御される。

【0028】以上説明した発明の実施の形態では、各圧痕の形成ごとにコイル14に与える電圧値や圧子1の回転角度を変えたが、方向性が生じない範囲であれば、2つおき、3つおき等、複数の圧痕ごとに圧子を回転させても良い。また、コイル14に周期的に変化する電圧を与えたり、圧子1を一定の角度で回転したが、コンピュータ24で乱数を発生し、ムービングコイル駆動回路22により乱数に応じた電圧値でムービングコイル装置を制御したり、回転角割出し回路23により乱数に応じた回転角度でモータ3を制御したりしてもよい。

【0029】また、金型母材5に形成された圧痕の形状を光学部材に転写してマイクロレンズアレイを作製したが、上述した圧子押圧装置を用いて光学部材に圧痕を直接形成するようにしてもよい。この場合、マイクロレンズアレイは多数の微小凹曲面から成るが、金型を用いて製作された微小凸曲面から成るマイクロレンズアレイと同様の拡散性を有する。

【0030】上述した発明の実施の形態と特許請求の範囲の事項との対応において、ムービングコイル装置2は圧子駆動装置を、ムービングコイル駆動回路22は制御手段をそれぞれ構成する。

【0031】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、

型母材または被加工部材に形成される圧痕の深さまたは形状が不規則にばらつくため、型母材を型として作製されたマイクロレンズアレイ、または被加工部材から形成されるマイクロレンズアレイは透過光の方向性が小さく拡散性が向上する。特に、請求項8の発明によれば圧痕の歪みの方向もばらつくため、焦点板の明るさが均一となる。請求項9の発明によれば、モアレ縞の発生を防ぐことができ、ヒント合わせのしやすいカメラを得ることができる。

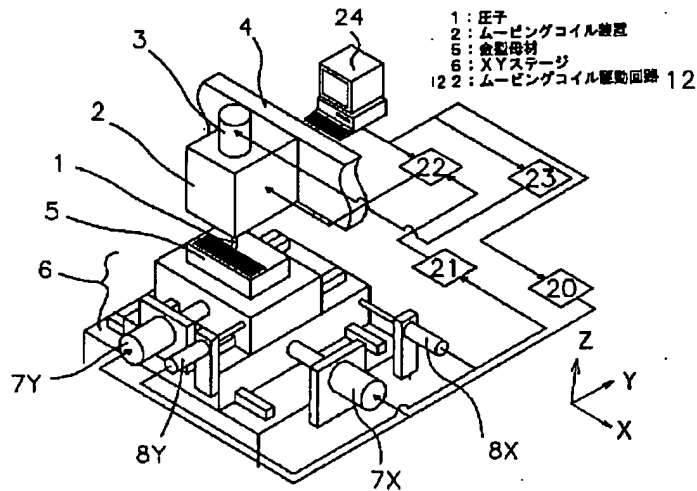
【図面の簡単な説明】

- 【図1】圧子押圧装置の概略を示す斜視図。
- 【図2】ムービングコイル装置2の詳細を示す断面図。
- 【図3】ムービングコイル装置2の動作を説明する図。
- 【図4】圧痕が形成された金型母材5の斜視図。
- 【図5】圧痕が形成された金型母材5の斜視図。
- 【図6】圧子の押し込み力と圧痕の曲率半径との関係を説明する図。
- 【図7】圧子押圧時の電圧値の変化を説明する図。
- 【図8】金型母材5に形成された圧痕を説明する図。
- 【図9】マイクロレンズアレイの機能を説明する図。
- 【図10】圧子の先端形状を説明する図。
- 【図11】焦点板を説明する図であり、(a)は金型母材5の平面図、(b)はファインダ光学系から観察される明暗を模式的に示した図。
- 【図12】第2の実施の形態による焦点板を説明する図であり、(a)は金型母材5の平面図、(b)はファインダ光学系から観察される明暗を模式的に示した図。
- 【図13】カメラの断面図。
- 【図14】圧子1、圧痕5aおよびマイクロレンズアレイ40の関係を示す図。

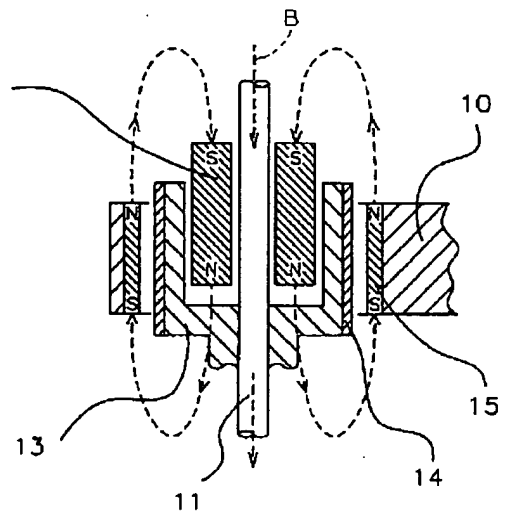
【符号の説明】

- 1 圧子
- 5 金型母材
- 5a 圧痕
- 5b 内接円
- 6 XYステージ
- 22 ムービングコイル駆動回路
- 23 回転角割出し回路
- 30 焦点板
- 40 マイクロレンズアレイ

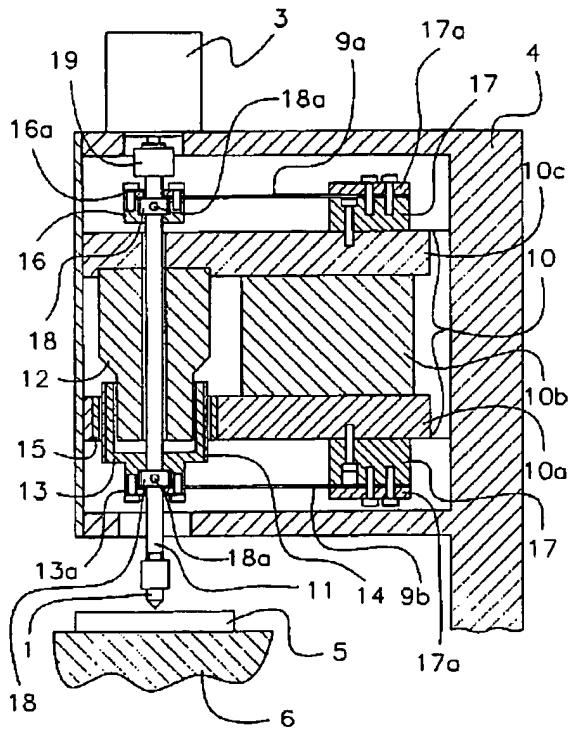
【図1】



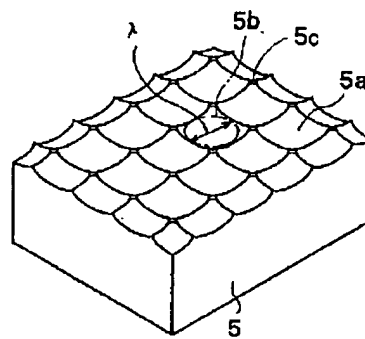
【図3】



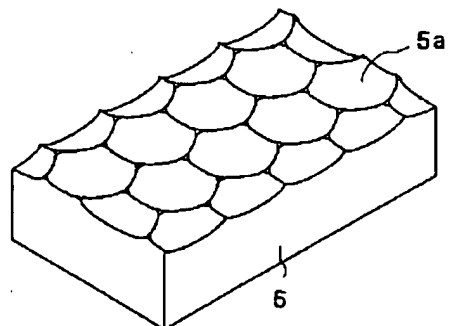
【図2】



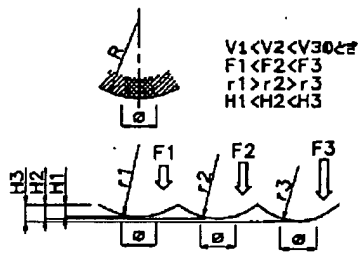
【図4】



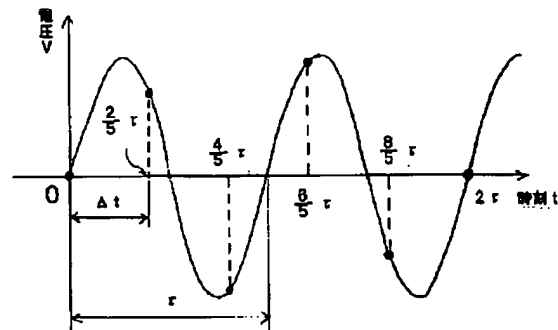
【図5】



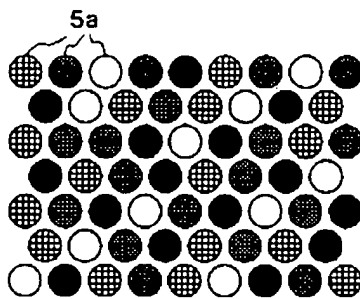
【図6】



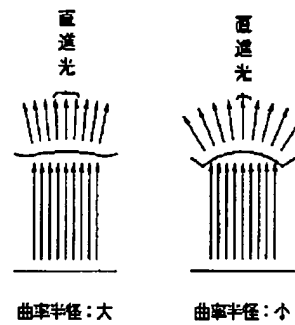
【図7】



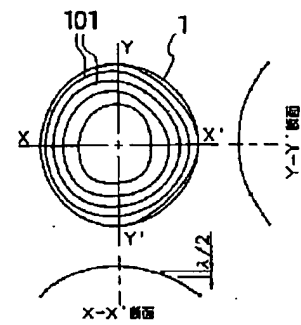
【図8】



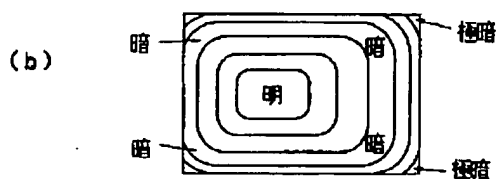
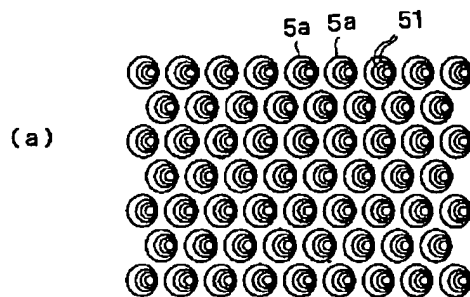
【図9】



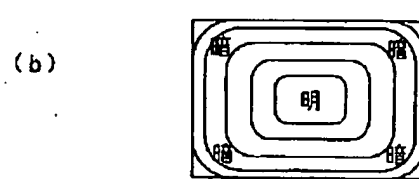
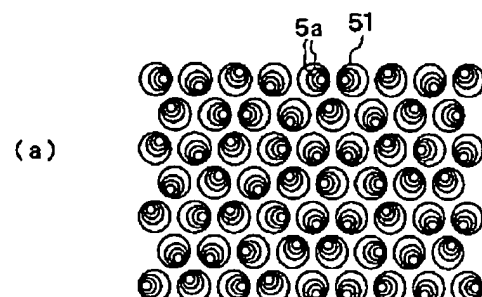
【図10】



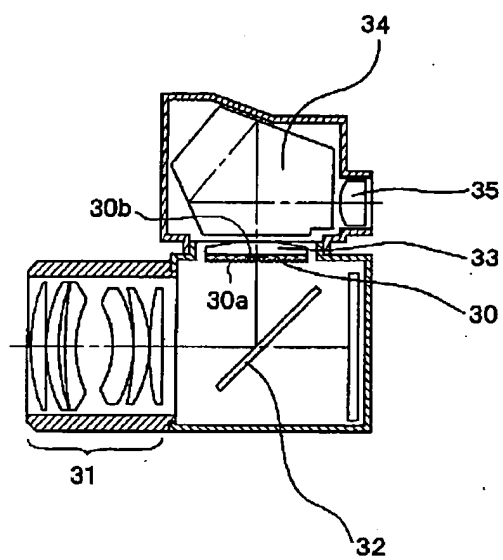
【図11】



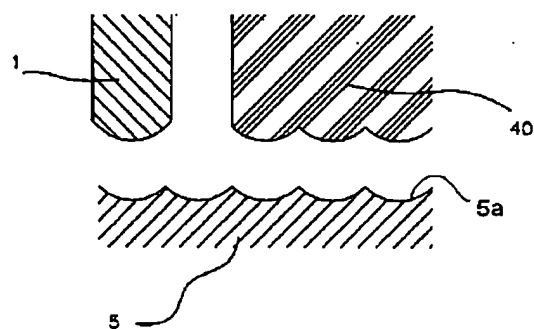
【図12】



【図13】



【図14】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-327860

(43)Date of publication of application : 22.12.1997

(51)Int.Cl.

B29C 59/02  
B29D 11/00  
G03B 13/24  
// B29L 11:00

(21)Application number : 08-146282

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 07.06.1996

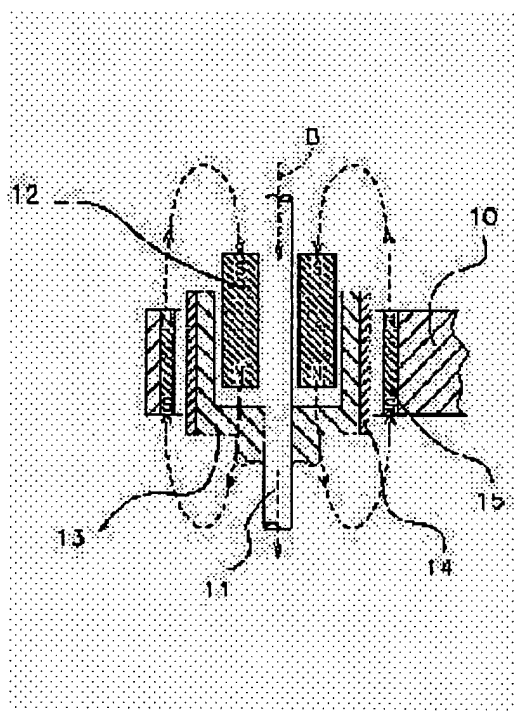
(72)Inventor : TOMITA YASUHISA

## (54) MANUFACTURE OF MICRO LENS ARRAY AND INDENTER PUSHING DEVICE

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve a diffusing property of a prepared micro lens array while its directional property is lessened by a method wherein in forming an indentation, an indentation depth of an indenter is irregularly varied.

SOLUTION: Lower and upper parts of a permanent magnet 15 are magnetized to S and N poles, and lower and upper parts of a permanent magnet 12 are magnetized to N and S poles. A direction of a magnetic force line is vertically downward at a central axis of shaft 11. When a current wherein the magnetic force line to be generated with a coil becomes vertically downward or vertically upward at the central axis of the shaft 11 is added, vertically downward or vertically upward force acts on the coil 14, and the shaft 11 is moved vertically downward or vertically upward. A moving coil driving circuit has a variable pulse current generator, outputs a cyclically varying pulse waved current to the coil 14, moves vertically an indenter at a high speed, and varies an intensity of the current to be supplied to the coil 14. Thereby, indentation force of the indenter can be varied, and an irregular indentation can be formed on a mold base material.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.05.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The manufacture approach of the micro-lens array characterized by changing the pushing depth of said indenter irregularly in the manufacture approach of the micro-lens array which presses an indenter on the front face of a mold base material, forms two or more indentations, imprints the configuration of said indentation to an optical member, and forms two or more minute convex surfaces in case said indentation is formed.

[Claim 2] The manufacture approach of the micro-lens array characterized by changing the pushing depth of said indenter irregularly in the manufacture approach of the micro-lens array which presses an indenter on the front face of a workpiece-ed which consists of an optical material, and forms two or more minute concave bend sides in case said minute concave bend side is formed.

[Claim 3] The manufacture approach of the micro-lens array characterized by changing said pushing depth for every one indenter press actuation in the manufacture approach according to claim 1 or 2.

[Claim 4] The manufacture approach of the micro-lens array characterized by changing said pushing depth a fixed period in time, driving said mold base material or a workpiece-ed in the manufacture approach according to claim 1 to 3 in the field which intersects perpendicularly with the pushing direction of said indenter.

[Claim 5] The manufacture approach of the micro-lens array characterized by changing said pushing depth by controlling the pushing force given to said indenter in the manufacture approach according to claim 1 to 4.

[Claim 6] Indenter press equipment characterized by having the indenter driving gear which is indenter press equipment used for the manufacture approach according to claim 1 to 5, and presses said indenter to said mold base material or a workpiece-ed, and the control means which controls an indenter driving gear so that the pushing depth of said indenter changes an irregular or fixed period in case said each indentation or each minute concave bend side is formed.

[Claim 7] The micro-lens array characterized by the radius of curvatures of two or more minute convex surfaces formed in said micro-lens array differing according to said pushing depth in the micro-lens array produced by the manufacture approach according to claim 1 to 5, respectively.

[Claim 8] The manufacture approach of the micro-lens array characterized by including the process pressed on the front face of said mold base material or a workpiece-ed since the predetermined include-angle revolution of said indenter is carried out about the shaft of the press direction of said indenter in the manufacture approach according to claim 1 to 5 in case said indentation or a minute concave bend side is formed.

[Claim 9] The single-lens reflex camera characterized by having the reticle in which the micro-lens array produced by the manufacture approach according to claim 1 to 6 was formed.

---

[Translation done.]



\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of a micro-lens array and indenter press equipment which are formed in the reticle of a single-lens reflex camera etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] The reticle of a single-lens reflex camera is raised as a general example using a micro-lens array. Drawing 13 R> 3 is the sectional view showing the fundamental configuration of a single-lens reflex camera, and the reticle 30 consists of mat side 30a which consists of a micro-lens array, and Fresnel lens side 30b which has zona-orbicularis structure. A micro-lens array consists of many micro lenses, and after diffusing the flux of light reflected by the main mirror 32 after passing a taking lens 31 by mat side 30a, the image formation flux of light besides the optical axis of a taking lens 31 is deflected by Fresnel lens side 30b in the direction of an optical axis. The flux of light diffused in the reticle 30 passes a condensing lens 33 and a pentaprism 34, reaches the finder optical system 35, and is observed by the photography person who is looking into the finder.

[0003] When a reticle 30 is used for focus doubling of a camera and a photography person shows from a finder, it is required that it should have a moderate dotage taste without a feeling of ZARATSUKI. In order to send this moderate dotage taste, it becomes important to be formed so that each micro lens of a reticle 30 might have the same configuration, and it may have aligned regularly and there may be no nonuniformity in distribution of a micro lens. However, if regularity is dramatically good and is in a situation without nonuniformity, this regularity will cause interference with the zona-orbicularis structure of a Fresnel lens, and a Moire fringe will occur. On the contrary, it is irregular, and when nonuniformity is strong, a blot and the problem of looking darkly selectively arise.

[0004] By the way, the thing using an indentation method is known as the manufacture approach of a micro-lens array. By the indentation method, as shown in drawing 14, an indenter 1 is repeated and pressed by the predetermined load on the front face of the metal mold base material 5, much indentation 5a is formed at the predetermined spacing, and the micro-lens array 40 is produced by the injection molding and compression molding using the resin for optics, such as an acrylic, cast molding, etc. by making it into metal mold.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the indentation depth became the same when many indentations are formed by the approach mentioned above, when the reticle possessing the micro-lens array formed by doing in this way was used, there was a fault of being easy to generate a Moire fringe.

[0006] The object of this invention is in a reticle to offer the manufacture approach of a micro-lens array and indenter press equipment which a Moire fringe cannot produce easily.

[0007]

[Means for Solving the Problem] It matches and explains to drawing 1 which shows the gestalt of implementation of invention.

(1) In case invention of claim 1 is applied to the manufacture approach of the micro-lens array which presses an indenter 1 on the front face of the mold base material 5, forms two or more indentations, imprints the configuration of an indentation to an optical member and forms two or more minute convex surfaces and forms an indentation, it attains the above-mentioned object by changing the pushing depth of an indenter 1 irregularly.

(2) In case invention of claim 2 presses an indenter 1 on the front face of a workpiece-ed which consists of an optical material, is applied to the manufacture approach of the micro-lens array which forms two or more minute concave bend sides and forms a minute concave bend side, it attains the above-mentioned object by changing the pushing depth of an indenter 1 irregularly.

(3) In the manufacture approach according to claim 1 or 2, push in invention of claim 3 for every one indenter press actuation, and it changes the depth.

(4) Invention of claim 4 changes the pushing depth a fixed period in time in the manufacture approach according to claim 1 to 3, driving the mold base material 5 or a workpiece-ed in the field (xy side) which intersects perpendicularly with the pushing direction (the direction of z) of an indenter 1.

(5) In the manufacture approach according to claim 1 to 4, push in invention of claim 5 by controlling the pushing force given to an indenter 1, and it changes the depth.

(6) Invention of claim 6 is indenter press equipment used for the manufacture approach according to claim 1 to 5, is equipped with the indenter driving gear 2 which presses an indenter 1 to the mold base material 5 or a workpiece-ed, and the control means 22 which controls the indenter driving gear 2 so that the pushing depth of an indenter 1 changes an irregular or fixed period in case each indentation or each minute concave bend side is formed, and attains the above-mentioned object.

(7) Invention of claim 7 is applied to the micro-lens array produced by the manufacture approach according to claim 1 to 5, and the radius of curvatures of two or more minute convex surfaces formed in a micro-lens array differ according to the pushing depth, respectively.

(8) In the manufacture approach according to claim 1 to 5, in case invention of claim 8 forms an indentation or a minute concave bend side, since the predetermined include-angle revolution of the indenter 1 is carried out about the shaft of the press direction of an indenter 1, it includes the process pressed on the front face of the mold base material 5 or a workpiece-ed.

(9) The single-lens reflex camera by invention of claim 9 is equipped with the reticle in which the micro-lens array produced by the manufacture approach according to claim 1 to 6 was formed.

[0008] (1) In invention of claims 1-3, change the pushing depth of an indenter 1 irregularly and don't produce the regularity of the depth of an indentation.

(2) The magnitude of the radius of curvature of a minute convex surface differs in invention of claim 7 in the whole micro-lens array.

(3) While the depth of an indentation becomes irregular, the direction [ indentation ] of distortion differs in invention of claim 8 by rotating an indenter 1.

[0009] In addition, although drawing of the gestalt of implementation of invention was used by the term of above-mentioned The means for solving a technical problem explaining the configuration of this invention in order to make this invention intelligible, thereby, this invention is not limited to the gestalt of implementation of invention.

[0010]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to drawing 1 - drawing 12.

- Gestalt- drawing 1 of the 1st operation is drawing for explaining the gestalt of 1 implementation of the manufacture approach of the micro-lens array by this invention, and is the schematic diagram of the indenter press equipment used for the manufacture approach. The metal mold base material 5 is laid on X-Y stage 6 by the fixed approaches, such as a mechanical cable type or adhesion. 7X and 7Y are motors for stage migration which drive X-Y stage 6, and are controlled by the stage actuation circuit 20. 8X and 8Y are digital micrometers which detect the location of X-Y stage 6, and the movement magnitude of X-Y stage 6 is detected by the stage movement magnitude detecting circuit 21 based on the output of the digital micrometers 8X and 8Y.

[0011] 2 is moving coil equipment fixed to \*\*\*\* 4 of indenter press equipment, and shows the detailed cross section to drawing 2. The indenter 1 to which the amount of point carried out the cone form is attached in the shaft 11 of moving coil equipment 2. Moving coil equipment 2 is equipped with the motor 3 for rotating the shaft 11 in which the indenter 1 was attached. To be shown in drawing 1, a motor 3 is a stepping motor and an angle of rotation is controlled by the pulse number from the angle-of-rotation indexing circuit 23. A moving coil actuation circuit for 22 to drive the shaft of moving coil equipment 2 in the vertical direction and 24 are computers which give predetermined directions to each circuits 20, 21, 22, and 23. With an input device, working conditions (angle of rotation, indentation pitch, etc.) can be inputted into a computer 24.

[0012] In drawing 2, 12 is the permanent magnet of the shape of a cylinder established so that it might extrapolate at a shaft 11, and is being fixed to base plate 10c. 13 is attached in a shaft 11, it is the coil housing prepared so that it might extrapolate to a permanent magnet 12, and the coil 14 is twisted annularly. 15 is the annular permanent magnet prepared so that it might extrapolate in a coil 14, and is being fixed to base plate 10a.

[0013] 9a and 9b are flat springs, and the end face of flat-spring 9a is being fixed to the block 17 fixed to base plate 10c with presser-foot plate 17a and a bolt. The head of flat-spring 9a is connected with the shaft 11 by putting with pressure plate 16a and block 16 with the connection ring 18 which is united with the shaft 11 with pin 18a. On the other hand, the end face of flat-spring 9b is being fixed to the block 17 fixed to base plate 10a with pressure plate 17a and a bolt. The head of flat-spring 9b is connected with the shaft 11 by putting by presser-foot plate 13a and the housing 13 with the connection ring 18. therefore, the shaft 11 -- flat springs 9a and 9b -- a vertical line top -- a round trip -- although elastic support is carried out movable, shaft 11 the very thing can be rotated. The upper bed of a shaft 11 is connected to the motor 3 for an indenter revolution through the fastener 19. Although a revolution of a motor 3 gets across to a shaft 11 since a fastener 19 has rigidity to the revolution (radial) direction and it has flexible structure about the vertical (thrust) direction, a motion of the vertical direction of a shaft 11 does not get across to a motor 3.

[0014] Next, the detail of the shaft actuator of moving coil equipment 2 is explained using drawing 3. it is shown in drawing 3 -- as -- a permanent magnet 15 -- the lower part -- on the other hand, as for a permanent magnet 12, the lower part is magnetized by N pole, N pole and the upper part are magnetized for the south pole and the upper part by the south pole, and in the medial axis of a shaft 11, as an arrow head B shows, the sense of line of magnetic force is a vertical lower part. Here, if a current is given so that the line of magnetic force generated with a coil 14 may serve as vertical facing down like an arrow head B by the medial axis of a shaft 11, the force of vertical facing down will work to a coil 14, and a shaft 11 will move to a vertical lower part. On the other hand, if the current of the reverse sense is given to a coil 14, the force of the vertical upper part will work and a shaft 11 will move to the vertical upper part. The moving coil actuation circuit 22 has the adjustable pulse current generator, and can move an indenter 1 up and down at high speed by outputting the current of the shape of a pulse shape from which a polarity changes periodically to a coil 14. The period of this vertical movement can be set to 0.1-50Hz. In addition, an up-and-down stroke is about 50 micrometers. Moreover, the pressure of an indenter 1 is changeable by changing in the size of the current supplied to a coil 14. In addition, X-Y stage 6, moving coil equipment 2, and a motor 3 are controlled by circuits 20-23 based on the command of a computer 24. Drawing 4 and the metal mold base material 5 as shown in 5 are produced by using the indenter press equipment of drawing 1 and forming an indentation in the metal mold base material 5 continuously.

[0015] By the conventional micro-lens array manufacture approach, in order to set constant applied voltage (V) given to moving coil equipment 2 and to form a micro-lens array, the thrust of an indenter becomes fixed and the depth of an indentation becomes the same. However, although the martensitic stainless steel well used as a metal mold base material 5 is precise and homogeneous compared with other metal mold ingredients, since it is a crystalline substance, when an indentation is formed by the indenter 1, the radius of curvature of an indentation changes irregularly in the part from which a degree of hardness changes with the grain boundaries, without the configuration of an indenter 1 being

imprinted by the metal mold base material 5 as it is. Consequently, it turned out that the fault (for example, interference with the Fresnel lens with which the dotage taste was unsuitable with the Fresnel lens or was formed in the reticle) to which the configuration of a micro-lens array will have random nature, and originates in the regularity of a micro lens is mitigated.

[0016] However, even if it uses the ingredient of a crystalline substance, irregularity which was altogether mentioned above is not obtained. Since the configuration of an indenter 1 was mostly imprinted by homogeneity when an amorphous ingredient is especially used as a metal mold base material 5, when a reticle was produced by using the metal mold base material 5 as metal mold, it became clear that a Moire fringe occurred by interference with the Fresnel lens which considers regularity as a cause, or color nonuniformity arose.

[0017] With the gestalt of this operation, a fault which controls pushing of an indenter 1 and was mentioned more above to give irregularity to the radius of curvature of an indentation is canceled. Hereafter, the detail is explained. Drawing 6 is drawing explaining the relation between the pushing force of an indenter 1, and the radius of curvature of the indentation formed in the metal mold base material 5. It depends for the pushing force on the electrical potential difference given to the coil 14 of moving coil equipment 2, and the pushing force  $F_1$ ,  $F_2$ , and  $F_3$  when giving the electrical potential differences  $V_1$ ,  $V_2$ , and  $V_3$  which become  $V_1 < V_2 < V_3$  is set to  $F_1 < F_2 < F_3$ . At this time, the depth  $H_1$ ,  $H_2$ , and  $H_3$  of an indentation is pushed in, becomes deep in proportion to the force, and is set to  $H_1 < H_2 < H_3$ .

[0018] Not all the indentation configurations formed in the metal mold base material 5 govern the optical engine performance of a micro lens, and the field  $\phi$  of drawing 6 influences the engine performance. As for the radius of curvature  $r$  of this field  $\phi$ , the relation of a degree type (1) is realized between the radius of curvatures  $R$  of an indenter 1.

[Equation 1]  $r = kxR$  -- (1)

Here,  $k$  is an imprint multiplier and is called for by experiment. The pushing force  $F$  and the imprint multiplier  $k$  have the relation of reverse proportion, and if the pushing force  $F$  is made to increase, the imprint multiplier  $k$  will decrease. In addition, the pushing force  $F$  is good to set up so that the imprint multiplier  $k$  may become 0.9 to about 0.5. In case an indenter is manufactured,  $R$  which substitutes the radius of curvature of a micro lens needed for  $r$  of a formula (1) on an optical design, and is obtained is used as a design value.

[0019] With the gestalt of this operation, the electrical potential difference which changes to the coil 14 of moving coil equipment 2 a fixed period (for example, sinusoidal form-period) is given, and an indenter 1 is pressed to the metal mold base material 5 by predetermined time interval  $\Delta t$ . At this time, X-Y stage 6 is interlocked with the press by the indenter 1, and carries out step migration. It is [Equation 2] about time interval  $\Delta t$  to the period  $\tau$  of an electrical potential difference.  $\Delta t = \alpha \tau$  -- (2)

When it carries out (however,  $\alpha$  constant of arbitration), as an electrical potential difference  $V$  shows drawing 7, it changes in sine, and the case where it is referred to as  $\alpha = 2/5$  is explained. After pressing first in time of day  $t = 0$ , in time-of-day  $t = 2\tau / 5$  and  $4\tau / 5$  [  $5$  and  $1/5$ , and --, press of the 2nd, the 3rd, the 4th, and -- is performed. In this case, whenever the electrical-potential-difference value at the time of press presses 5 times, it serves as the same pattern, namely, the pushing force  $F$  will change a period 5 times so that drawing 7 may also show. Moreover, as mentioned above, the rational number which becomes  $M/N$  about  $\alpha$ , then the electrical-potential-difference value at the time of press become the same  $N$  individual period, and this period can be mixed by whether  $N$  is made small or it enlarges.

[0020] Drawing 8 is drawing showing an example of the produced metal mold base material 5, it is illustrating about indentation 5a of five kinds of depth here, and the depth of indentation 5a of the same mark is the same. As shown also in this drawing, according to the manufacture approach of the gestalt this operation, extent (irregularity) of the radius of curvature of the indentation formed in the metal mold base material 5 and dispersion of the depth can be changed, and moderate irregularity can be given to the micro-lens array of the reticle which produced this as a mold. Consequently, generating of the Moire

fringe by interference with the Fresnel lens side formed in the reticle can be controlled. Moreover, with conventional indenter press equipment, when the pushing depth of an indenter 1 was changed, while it was complicated, \*\* and the trouble that metal mold production took time amount had the need of setting up the indicated value (for example, electrical-potential-difference value given to a coil 14) about the pushing depth given to the moving coil actuation circuit 22 each time. However, since an indentation is formed continuously according to the gestalt of implementation of invention, giving the electrical potential difference which has a fixed period to a coil 14, and moving an indenter 1 up and down, metal mold fabrication time amount can be shortened.

[0021] In addition, the electrical potential difference given to a coil 14 is set up so that the radius of curvature and the depth of Field phi which are needed optically may change within an optical design top allowed value. Moreover, it is [Equation 3] as it mentioned above, when the indentation which it located in a line 100 1 ends of a road at a time in the shape of a grid was formed for example.  $\Delta t = 2\tau/5$  --

(3) (in the case of  $\alpha = 2/5$ )

When it carries out, since the electrical-potential-difference value at the time of press changes in a cycle of five piece, it keeps that the pattern of the depth in every line is the same. Then, time interval  $\Delta t$  at the time of press is determined according to the number in every direction of micro lenses so that a depth pattern may not become the same.

[0022] Drawing 9 is drawing showing the relation between the light which penetrates a micro lens, and the radius of curvature of a micro lens. The amount of the light which goes straight on since what has the comparatively large radius of curvature of a micro lens has little effect of refraction serves as many bright optical system, and since what has small radius of curvature has the high effect of the refraction at the time of penetrating a lens front face, it serves as dark optical system with few amounts of core transmitted lights with much diffused light which goes to a periphery. By the way, if 5b shown in drawing 4  $R > 4$  shows the thing of an overall diameter among the inscribed circles of indentation 5a, and the diameter is set to  $\lambda$  and it sets an indentation multiplier to  $e$ , a degree type (4) will be realized between the radius of curvatures  $r$  of an indentation.

[Equation 4]  $R = \lambda e$  -- (4)

With [ the indentation multiplier  $e$  ] 0.7 [ or less ], imprinting the configuration of an indenter 1 to the metal mold base material 5 so satisfactory is checked, but if the indentation multiplier  $e$  becomes the micro lens of the value near 1, in order to acquire the radius of curvature  $\lambda$  as a design value, it is necessary to push in and to strengthen Force  $F$ . Especially in the reticle carried in 1 eye REFUKAMERA, the indentation multiplier  $e$  may attach importance to the thing near 1 as engine performance required for an optical design top micro-lens array. In such a case, since it pushes in and Force  $F$  becomes strong as mentioned above, the imprint multiplier  $k$  becomes small, and in connection with it, radius of curvature becomes small. Therefore, the amount of core transmitted lights of a micro lens decreases, and it becomes a dark reticle.

[0023] Then, as shown in drawing 4, it can prevent that a reticle becomes dark by preparing clearance 5c among indentation 5a. It is because the light in which it penetrated that part since this clearance 5c consisted of flat surfaces turns into rectilinear-propagation light and the brightness of a reticle increases.

[0024] - the final configuration for a point of the indenter 1 explained with the gestalt of gestalt-implementation of the 1st of the 2nd operation -- although all creation is performed by polish, it does not become the perfect spherical surface by the partial hardness difference under the effect of crystal orientation, but the perverted configuration is shown in many cases. Drawing 10 is drawing showing a part for the point of an indenter 1, and is measured with the non-contact configuration measuring device using an optical interference. The shaft orientations (namely, the press direction of an indenter) of an indenter 1 are made into the z-axis, and the curve 101 expresses the contour line for an indenter point with drawing 10. In addition, spacing of a contour line is  $\lambda/2$  ( $\lambda$  is the wavelength of light source light). If it is the spherical surface with a perfect indenter head configuration, the radius of curvature when carrying out a cross section in respect of the z-axis being included (field vertical to space) will not be depended in the direction of a cross section, but will become the same. However, when the indenter head configuration is distorted, as shown also in drawing of the X-X' cross-section and

Y-Y' cross section of drawing 10  $R > 0$ , radius of curvature changes with directions of a cross section. [0025] Drawing 11 (a) is the top view of the metal mold base material 5 when forming two or more indentations by the approach shown in the gestalt of the 1st operation using the indenter 1 to which the head configuration was distorted in this way. 51 shows the contour line of indentation 5a. Graphic display left-hand side is large, and radius of curvature of right-hand side is smaller than the core of indentation 5a so that the appearance of a contour line 51 may also show. Furthermore, as for each indentation 5a, the direction of distortion has gathered in the same direction. Drawing 11 (b) is drawing having shown typically the light and darkness observed from finder optical system, when the reticle formed considering the metal mold base material 5 shown in drawing 11 (a) as a mold is used and the point light source is photoed. Optical refraction is suppressed and reverse is made to produce refraction more strongly in a part with small radius of curvature in a part with the large radius of curvature of the micro lens formed in the reticle (part with the large radius of curvature of indentation 5a). Therefore, it becomes dark gradually as are shown in drawing 11 (b), and the brightest part is on the left of the core of a finder and it keeps away from there, and an extremely dark part arises in an upper right corner and a lower right corner. Consequently, in the case of a common photographic subject, the unevenness (heterogeneity) of brightness arises.

[0026] So, with the gestalt of the 2nd operation, in case each indentation is formed, since the predetermined include-angle revolution of the indenter 1 is carried out, it presses to the metal mold base material 5. For example, if the 1st indentation is formed, an indenter 1 is rotated 30 degrees, and the 2nd indentation will be formed, it will rotate further 30 degrees, and the 3rd indentation will be formed, and the indentation of the 4th henceforth is formed similarly. In addition, it is made to change like the gestalt of the 1st operation about the pushing force F of an indenter 1. Drawing 12  $R > 2$  (a) is the top view of the metal mold base material 5 in which indentation 5a was formed, carrying out the predetermined include-angle revolution of the indenter 1 in this way, and drawing 12 (b) is the same drawing as drawing 11 (b). In the case of drawing 12 (a), the direction [a / indentation 5] of distortion varies, as shown in drawing 12 (b), a bright section is located in the core of a finder, and the symmetric property of becoming dark is acquired as it keeps away from a core. That is, according to the manufacture approach of the micro-lens array by the gestalt of this operation, while being able to acquire the same effectiveness as the gestalt of the 1st operation, a reticle with uniform brightness can be obtained.

[0027] Here, if the pattern of change of the direction of distortion of indentation 5a of each line shown in drawing 12 (a) becomes the same, since the directivity about the direction of distortion will come to arise, an indenter 1 is rotated so that the pattern of change of the direction of distortion of each line may not become the same. The revolution of such an indenter is performed by rotating the shaft 11 in which the indenter 1 was attached by the motor 3 shown in drawing 2. The revolution by the motor 3 is controlled by the angle-of-rotation dividing circuit 23 in that case.

[0028] Although the electrical-potential-difference value given to a coil 14 for every formation of each indentation and angle of rotation of an indenter 1 were changed with the gestalt of implementation of invention explained above, as long as it is the range which directivity does not produce, every every 2three may rotate an indenter for two or more indentations of every. Moreover, the electrical potential difference which changes to a coil 14 periodically may be given, or although the indenter 1 was rotated at the fixed include angle, a random number may be generated by computer 24, moving coil equipment may be controlled by the moving coil actuation circuit 22 with the electrical-potential-difference value according to a random number, or a motor 3 may be controlled by the angle-of-rotation dividing circuit 23 with angle of rotation according to a random number.

[0029] Moreover, although the configuration of the indentation formed in the metal mold base material 5 was imprinted to the optical member and the micro-lens array was produced, you may make it form an indentation in an optical member directly using the indenter press equipment mentioned above. In this case, although a micro-lens array consists of many minute concave bend sides, it has the same diffusibility as the micro-lens array which consists of the minute convex surface manufactured using metal mold.

[0030] In a response with the gestalt of implementation of invention and the matter of a claim which

were mentioned above, moving coil equipment 2 constitutes an indenter driving gear, and the moving coil actuation circuit 22 constitutes a control means, respectively.

[0031]

[Effect of the Invention] Since the depth or the configuration of an indentation formed in a mold base material or a workpiece-ed varies irregularly according to this invention as explained above, the directivity of the transmitted light is small and diffusibility of the micro-lens array [ the micro-lens array produced considering the mold base material as a mold or ] formed from a workpiece-ed improves. Since the distorted direction of an indentation also varies especially according to invention of claim 8, the brightness of a reticle serves as homogeneity. According to invention of claim 9, generating of a Moire fringe can be prevented and the camera which focus doubling tends to carry out can be obtained.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

[Drawing 1] The perspective view showing the outline of indenter press equipment.

[Drawing 2] The sectional view showing the detail of moving coil equipment 2.

[Drawing 3] Drawing explaining actuation of moving coil equipment 2.

[Drawing 4] The perspective view of the metal mold base material 5 with which the indentation was formed.

[Drawing 5] The perspective view of the metal mold base material 5 with which the indentation was formed.

[Drawing 6] Drawing explaining the relation between the pushing force of an indenter, and the radius of curvature of an indentation.

[Drawing 7] Drawing explaining the electrical-potential-difference value change at the time of indenter press.

[Drawing 8] Drawing explaining the indentation formed in the metal mold base material 5.

[Drawing 9] Drawing explaining the function of a micro-lens array.

[Drawing 10] Drawing explaining the head configuration of an indenter.

[Drawing 11] (a) is drawing having shown typically the light and darkness which are drawing explaining a reticle, and by which the top view of the metal mold base material 5 and (b) are observed from finder optical system.

[Drawing 12] (a) is drawing having shown typically the light and darkness which are drawing explaining the reticle by the gestalt of the 2nd operation, and by which the top view of the metal mold base material 5 and (b) are observed from finder optical system.

[Drawing 13] The sectional view of a camera.

[Drawing 14] Drawing showing the relation between an indenter 1, indentation 5a, and the micro-lens array 40.

**[Description of Notations]**

1 Indenter

5 Metal Mold Base Material

5a Indentation

5b Inscribed circle

6 X-Y Stage

22 Moving Coil Actuation Circuit

23 Angle-of-Rotation Dividing Circuit

30 Reticle

40 Micro-Lens Array

---

[Translation done.]